

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月21日
Date of Application:

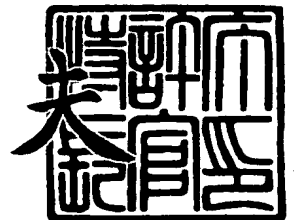
出願番号 特願2003-012815
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-012815]

出願人 株式会社フェムテック
Applicant(s):

2004年 1月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3108536

【書類名】 特許願

【整理番号】 FEMTECH-01

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/304

【発明者】

【住所又は居所】 東京都荒川区西日暮里 2 - 1 7 - 1 0 株式会社フェム
テック内

【氏名】 坂井 孝三

【特許出願人】

【住所又は居所】 東京都荒川区西日暮里 2 - 1 7 - 1 0

【氏名又は名称】 株式会社フェムテック

【代理人】

【識別番号】 100109553

【弁理士】

【氏名又は名称】 工藤 一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 100322

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書**【発明の名称】 薄膜構造物加工装置****【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置であって、

液化高圧不活性ガスを保持する液化高圧不活性ガス保持部と、

前記液化高圧不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物に対して噴射するためのノズル部と、を有し、

前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を薄膜構造物に噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有する

薄膜構造物加工装置。

【請求項 2】

前記ノズル部は、前記不活性ガスを通すための第一のガス通路と、

前記第一のガス通路の全部又は一部と隣接する第二のガス通路と、からなり、

前記第二のガス通路には、前記第一のガス通路及び、そのガス通路の端である不活性ガス解放端が前記不活性ガスにより結露などすることを防止するための結露防止ガスが流通されることを特徴とする請求項 1 に記載の薄膜構造物加工装置

。

【請求項 3】

前記結露防止ガスは、窒素ガスであることを特徴とする請求項 2 に記載の薄膜構造物加工装置。

【請求項 4】

前記ノズル部は、前記不活性ガスを通すための第一のガス通路と、

前記第一のガス通路の解放端に隣接して解放端を有する第三のガス通路と、からなり、

前記第三のガス通路には液化窒素又は／及び、液体アルゴンが通され、前記第一のガス通路の解放端からジェット噴流となって解放される前記不活性ガスの帯電を除去するため、前記第三のガス通路の解放端は、前記液化窒素又は／及び、液体アルゴンを霧状に噴射することを特徴とする請求項 1 に記載の薄膜構造物加工装置。

【請求項 5】

基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置であって、

液化高压不活性ガスを保持する液化高压不活性ガス保持部と、

研磨剤を保持する研磨剤保持部と、

前記液化高压不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放することにより生じる不活性ガスの氷状粒子と、前記研磨剤保持部に保持された研磨剤と、を前記薄膜構造物に対して噴射するためのノズル部と、を有し、

前記ノズル部は、前記不活性ガスと前記研磨剤とからなるジェット噴流を薄膜構造物に噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有する薄膜構造物加工装置。

【請求項 6】

前記研磨剤は、粒径が 0.01 ミクロンから 1 ミクロンの範囲である請求項 5 に記載の薄膜構造物加工装置。

【請求項 7】

前記研磨剤は、ダイヤモンド粒を含む請求項 5 又は 6 に記載の薄膜構造物加工装置。

【請求項 8】

基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工方法であって、

液化高压不活性ガスを常圧雰囲気中に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物に対して噴射して加工を行う薄膜構造物加工方法。

【請求項 9】

基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工方法であって、
液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放することにより生じる不活性ガスの氷状粒子と、研磨剤と、を前記常圧雰囲気中への解放に伴って生じるジェット噴流を薄膜構造物に対して噴射して加工を行う薄膜構造物加工方法。

【請求項 10】

基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置であって、

液化高压不活性ガスを保持する液化高压不活性ガス保持部と、

前記液化高压不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物に対して噴射するためのノズル部と、

前記薄膜構造物を保持するための薄膜構造物保持部と、
を有し、

前記薄膜構造物保持部は、前記薄膜構造物の加工対象面を斜め下方向に向けて保持し、

前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を、前記薄膜構造物保持部に保持された薄膜構造物の前記斜め下方向に向けられた加工対象面に対して、非法線方向の入射角度にて噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有する薄膜構造物加工装置。

【請求項 11】

基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置であって、

液化高压不活性ガスを保持する液化高压不活性ガス保持部と、

前記液化高压不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物に対して噴射するためのノズル部と、

前記薄膜構造物を保持するための薄膜構造物保持部と、
を有し、

前記薄膜構造物保持部は、前記薄膜構造物の加工対象面を真下に向けて保持し

、
前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を、前記薄膜構造物保持部に保持された薄膜構造物の前記真下に向けられた加工対象面に対して、非法線方向の入射角度にて噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有する薄膜構造物加工装置。

【請求項 12】

基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置であって、

液化高压不活性ガスを保持する液化高压不活性ガス保持部と、

前記液化高压不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物に対して噴射するためのノズル部と、

前記薄膜構造物を保持するための薄膜構造物保持部と、
を有し、

前記薄膜構造物保持部は、前記薄膜構造物の加工対象面を斜め下方向に向けて保持し、

前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を、前記薄膜構造物保持部に保持された薄膜構造物の前記斜め下方向に向けられた加工対象面に噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有する薄膜構造物加工装置。

【請求項 13】

基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置であって、

液化高压不活性ガスを保持する液化高压不活性ガス保持部と、

前記液化高圧不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物に対して噴射するためのノズル部と、

前記薄膜構造物を保持するための薄膜構造物保持部と、
を有し、

前記薄膜構造物保持部は、前記薄膜構造物の加工対象面を真下に向けて保持し

、
前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を、前記薄膜構造物保持部に保持された薄膜構造物の前記真下に向けられた加工対象面に対して噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができ程度のノズル構造を有する薄膜構造物加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、薄膜構造を有する薄膜構造物の加工に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、炭酸ガスなどのジェット噴流を利用した洗浄装置、洗浄方法が考えられてきた。これらの洗浄装置や洗浄方法では、半導体ウェーハ、電子基板、GMRヘッド（G i a n t M a g n e t o R e s i s t i v e H e a d）、電気部材のコネクターなどの精密部品などに付着した有機物、酸、炭化水素、金属薄膜などの不純物を洗い流すことが目的とされてきた。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 2 7 7 1 1 6

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような洗浄装置や洗浄方法は、洗浄することにより、不純物を洗い流すことを目的としている。そのため、炭酸ガスなどのジェット噴流を利用して、あ

らかじめ製造時点で形成された半導体材料などの薄膜構造表面の凸凹や半導体材料の薄膜上のベースに対して強固に固定されている角などをきれいに研磨加工するような装置は見当たらなかった。その結果、レジスト剥離装置、ドライエッチング装置や研磨加工用の装置が別途必要となり、コスト的にもアップすることになってしまう。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものである。

【0006】

第一の発明の薄膜構造物加工装置は、基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置であって、液化高压不活性ガスを保持する液化高压不活性ガス保持部と、前記液化高压不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物に対して噴射するためのノズル部とを有し、前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を薄膜構造物に噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有することを特徴とする。

【0007】

第二の発明の薄膜構造物加工装置は、前記ノズル部は、前記不活性ガスを通すための第一のガス通路と、前記第一のガス通路の全部又は一部と隣接する第二のガス通路と、からなり、前記第二のガス通路には、前記第一のガス通路及び、そのガス通路の端である不活性ガス解放端が前記不活性ガスにより結露などすることを防止するための結露防止ガスが流通されることを特徴とする。

【0008】

第三の発明の薄膜構造物加工装置は、基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置であって、液化高压不活性ガスを保持する液化高压不活性ガス保持部と、研磨剤を保持する研磨剤保持部と、前記液化高压不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放することにより生じる不活性ガスの氷状粒子と、前記研磨剤保持部に保持された研

磨剤と、を前記薄膜構造物に対して噴射するためのノズル部と、を有し、前記ノズル部は、前記不活性ガスと前記研磨剤とからなるジェット噴流を薄膜構造物に噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有することを特徴とする。

ノズル内部のもっとも炭酸ガスの流速が早まる部位の直後に、前述第3のガス通路の端を置き、炭酸ガスの流速が早まる部分の気圧が極端に低下するため、研磨剤がガス通路の端よりノズル内部に吸入され、霧状にノズル内に拡散する。拡散する際、炭酸ガスに付着または独立して、炭酸ガス圧力により基板に噴射され、薄膜構造ぶつを除去できるノズル構造。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下に本件発明の実施の形態を説明する。実施の形態と、請求項との関係はおおむね次のようなものである。

【0010】

実施の形態1は、主に、請求項1、請求項8などについて説明している。

【0011】

実施の形態2は、主に、請求項2などについて説明している。

【0012】

実施の形態3は、主に、請求項3などについて説明している。

【0013】

実施の形態4は、主に、請求項4などについて説明している。

【0014】

実施の形態5は、主に、請求項5、請求項9などについて説明している。

【0015】

実施の形態6は、主に、請求項6などについて説明している。

【0016】

実施の形態7は、主に、請求項7などについて説明している。

【0017】

(実施の形態1)

【0018】

本件発明の実施の形態1を図面に従って説明する。

【0019】

<薄膜構造物加工装置>

【0020】

図1に示すように、薄膜構造物加工装置(0101)は、液化高压不活性ガス保持部(0102)と、ノズル部(0103)とを有する。

【0021】

(液化高压不活性ガス保持部)

【0022】

「液化高压不活性ガス保持部」は、例えば高压ポンベのようなものが該当する。ここで「液化高压不活性ガス」とは、常温で液体に維持するために不活性ガスを高压の状態に保持したものである。不活性ガスには、炭酸ガス、アルゴン、窒素などが該当する。

【0023】

(ノズル部)

【0024】

「ノズル部」は、根元側は連結管(0104)を介して前記液化高压不活性ガス保持部と連結され、他端は常圧雰囲気(0105)中に設置される。また前記ノズル部は、加工の対象物である半導体材料などの薄膜構造物の薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有しているものとする。

【0025】

具体的には、図2、図11に示すような断面構造のノズルが考えられる。ノズル部(0201、1101)は図に示すような中空構造であり、根元側は連結管(0202、1102)を介して液化高压不活性ガス保持部と連結されており、不活性ガスが注入される。他端は常圧雰囲気中に解放され、不活性ガスの氷粒子(0203、1103)を噴射する。

【0026】

＜薄膜構造物加工装置の動作原理＞

【0027】

次に前記薄膜構造物加工装置の動作原理を説明する。前記液化高压不活性ガス保持部に保持された不活性ガスは、連結管を経由してノズル部に到着する。ノズル部に到着した不活性ガスは、他端の常圧雰囲気中に解放される。このとき高压化で液化していた不活性ガスは、徐々に常圧に近づきながら圧力が低下していくために、一部気化し、一部固化する。固化した不活性ガスは氷状粒子になる。この氷状粒子を含むジェット噴流を薄膜構造物に対して噴射し、薄膜構造物の表面の凹凸や角を加工する。

【0028】

ここで「薄膜構造物」とは、半導体材料であるシリコン材料、酸化物材料、化合物材料、金属材料などの薄膜が積層した構造を有するものをいう。また、薄膜構造物には、レジスト、油膜、ワックスや接着剤などの有機膜も該当する。

【0029】

また「加工する」とは、構造的に結合した薄膜構造の一部を、不活性ガスの氷状粒子のジェット噴流の衝撃により、部分的にあるいは全面的に破壊することをいう。

【0030】

例えば、半導体材料に使用されるシリコンウェーハなどのシリコン材料、酸化物材料、化合物材料、金属材料などの精密部品等の表面の凹凸を鏡面状に研磨することなどが考えられる。

【0031】

また、半導体材料のエッチング時に形成される角の加工、除去などに使用することも可能である。ここで「角」とは、バリと異なり、半導体材料の薄膜上のベースに対して強固に固定されているものをいう。図3は角の一例を示したものであり、シリコンやガリウム砒素などの基板上に形成された酸化膜やメタルなどの薄膜上に形成された角である。図4、図5、図6は前記角が形成される過程を示したものである。一般的に、図4に示すように、半導体基板上に電子回路を形成するためには、シリコンやガリウム砒素などの半導体基板上に酸化膜やメタルな

どの薄膜を形成し、その上からフォトレジスト材料を塗布する。次にフォトレジスト材料を塗布された半導体基板上部からイオンビームを照射し、フォトレジスト材料の塗布されていない領域のみ薄膜を除去し、その後エッチング処理によりフォトレジスト材料を除去する。以上が一般的な電子回路形成過程であるが、イオンビームを照射する時、図5に示すように、薄膜材料の分子が、フォトレジストの外側に飛び散ってくれることが理想的である。しかしながら、現実には、図6に示すように、全ての薄膜材料の分子が、フォトレジストの外側に飛び散らずに、一部はフォトレジストの側面に付着してしまう。点線で囲んだ部分が将来の角になる領域である。その結果、図3に示すような、高さ約 $1\mu\text{m}$ 、幅約 $0.2\mu\text{m}$ 程度の半導体材料の薄膜上のベースに対して強固に固定された角が形成されることになる。以上が半導体材料上に形成される角の形成過程の一例である。

【0032】

＜ドライアイス状態になるノズル作用＞

【0033】

液化不活性ガスノズルの作用は以下の通りである。液化不活性をノズル内部に圧送し、ノズル管内の一部が極端に絞り込まれたところを液化不活性ガスが通過する事により流速が速まりジェット噴流をノズル出口方向へ吹き出す。

【0034】

この際、霧状に高速噴霧された液化不活性ガスが断熱膨張により非常に微細なドライアイス状態となり強度かつ高速な不活性ガスのジェット噴流に乗ったドライアイスが基板表面の薄膜および、バリ、角を研削可能となる。またノズルは、そのような作用を実現することが可能なノズル構造を有する。

【0035】

(実施の形態2)

【0036】

本件発明の実施の形態2は、そのノズル構造が、実施の形態1におけるノズル部の解放端が常圧雰囲気中の水蒸気により結露することを防止するためのノズル構造を有することを特徴とする実施の形態1に記載の薄膜構造物加工装置に関するものである。

【0037】

本件発明の実施の形態 2 を図面に従って説明する。

【0038】

＜ノズル構造＞

【0039】

具体的なノズルの構造は、図 7、図 12 のようなものが考えられる。

【0040】

図 7、図 12 に示すように、ノズル部（0701，1201）は、第一のガス通路（0702，1202）と、第二のガス通路（0703，1203）と、からなる。

【0041】

（第一のガス通路）

【0042】

「第一のガス通路」は、不活性ガスを通す。

【0043】

ここで、「不活性ガス」とは、実施の形態 1 における「液化高圧不活性ガス保持部」保持されている「液化高圧不活性ガス」をいい、例えば、炭酸ガス、アルゴン、窒素などが該当する。

【0044】

具体的には、図 7、図 12 に示すような断面構造が考えられる。第一のガス通路は図 7、図 12 に示すような中空構造であり、根元側は連結管（0704，1204）を介して液化高圧不活性ガス保持部と連結されており、不活性ガスが注入される。他端は常圧雰囲気中に解放され、不活性ガスの氷粒子（0705，1205）を噴射する。

【0045】

（第二のガス通路）

【0046】

「第二のガス通路」は、図 7、図 12 に示すように、前記第一のガス通路の全部又は一部と隣接する。

【0047】

第二のガス通路には、前記第一のガス通路及び、そのガス通路の端である不活性ガス解放端が前記不活性ガスにより結露などすることを防止するための結露防止ガス（0706，1206）が流通される。第一のガス通路より噴射される不活性ガスと同時に、注入された結露防止ガスは、第二のガス通路を通過してノズル部の解放端より噴射される。第二のガス通路に注入される結露防止ガスは常温であり、高速で移動するため、ノズル部が冷却されるのを防止し、常圧雰囲気中の水蒸気が結露などすることを防止する。ここで「結露などする」とは、常圧雰囲気中の水蒸気が液化して露状になることのみならず、固化して氷結することも含む。さらに、噴射された結露防止ガスは、一部不活性ガスを取り囲み、一部はそのまま常圧雰囲気中に充満し、常圧雰囲気中の水蒸気が結露などして不活性ガスの氷状粒子が大きくなってワークを破壊するのを防止する。

【0048】

結露防止ガスには、例えば、窒素ガス、アルゴンガスなどが該当する。

【0049】

<薄膜構造物加工装置の動作原理>

【0050】

次に、本件実施の形態2のノズル構造を利用した薄膜構造物加工装置の動作原理を説明する。前記液化高圧不活性ガス保持部に保持された不活性ガスは、連結管を經由してノズル部の第一のガス通路に到着する。第一のガス通路に到着した不活性ガスは、他端の常圧雰囲気中に解放される。このとき高圧化で液化していた不活性ガスは、徐々に常圧に近づきながら圧力が低下していくために、一部気化し、一部固化する。固化した不活性ガスは氷状粒子になる。このとき、不活性ガスに炭酸ガスを使用すると、ノズル部の解放端は急激に温度が低下することになる。そのため、常温雰囲気中に水蒸気が含まれている場合には、常圧雰囲気中の水蒸気がノズル部の解放端周辺に結露などしてしまい、ノズルが使用不可能になる恐れがある。そこで、窒素ガスなどの結露防止ガスをノズル部の第二のガス通路より注入する。注入された結露防止ガスは第二のガス通路を通過して、ノズル部の解放端より噴射される。第二のガス通路に注入される結露防止ガスは常温で

あり、高速で移動するため、ノズル部が冷却されるのを防止し、常圧雰囲気中の水蒸気が結露などすることを防止する。さらに、噴射された結露防止ガスは、一部不活性ガスを取り囲み、一部はそのまま常圧雰囲気中に充満し、常圧雰囲気中の水蒸気が結露などして不活性ガスの氷状粒子が大きくなってワークを破壊するのを防止する。したがって、常圧雰囲気中の水蒸気が結露するのを防止し、この氷状粒子を含むジェット噴流を薄膜構造物に対して噴射し、薄膜構造物の表面の凹凸や角を加工することができる。

【0051】

(実施の形態3)

【0052】

本件発明の実施の形態3は、実施の形態2において、結露防止ガスに窒素ガスを使用したものであることを特徴とする実施の形態2に記載の薄膜構造物加工装置に関するものである。

【0053】

それ以外の点においては、実施の形態2と同様なので説明を省略する。

【0054】

(実施の形態4)

【0055】

本件発明の実施の形態4は、実施の形態1におけるノズル部の解放端からジェット噴流となって解放される不活性ガスの帯電を除去するためのノズル構造を有することを特徴とする実施の形態1に記載の薄膜構造物加工装置に関するものである。

【0056】

本件発明の実施の形態4を図面に従って説明する。

【0057】

<ノズル構造>

【0058】

具体的なノズルの構造は、図14、図15のようなものが考えられる。

【0059】

図14、図15に示すように、ノズル部(1401, 1501)は、第一のガス通路(1402, 1502)と、第三のガス通路(1403, 1503)と、からなる。

【0060】

(第一のガス通路)

【0061】

「第一のガス通路」は、不活性ガスを通す。

【0062】

ここで、「不活性ガス」とは、実施の形態1における「液化高圧不活性ガス保持部」保持されている「液化高圧不活性ガス」をいい、例えば、炭酸ガス、アルゴン、窒素などが該当する。

【0063】

具体的には、図14、図15に示すような断面構造が考えられる。第一のガス通路は図14、図15に示すような中空構造であり、根元側は連結管(1404、1504)を介して液化高圧不活性ガス保持部と連結されており、不活性ガスが注入される。他端は常圧雰囲気中に解放され、不活性ガスの氷粒子(1405、1505)を噴射する。

【0064】

(第三のガス通路)

【0065】

「第三のガス通路」は、図14、図15に示すように、前記第一のガス通路の解放端に隣接して解放端を有する。

【0066】

前記第三のガス通路には液化窒素が通され、前記第一のガス通路の解放端からジェット噴流となって解放される前記不活性ガスの帯電を除去するため、前記第三のガス通路の解放端は、前記液化窒素を霧状に噴射する。霧状の液化窒素は、ワークに到着するまでの間、一部は霧状の液化窒素、一部は気化し窒素ガスとして存在するため、霧状の液化窒素粒子(1406, 1506)が、常圧雰囲気中の静電気を吸収する。また、ワークに到着した霧状の液化窒素は、大部分が気化

する。このため、ドライ加工が可能となる。

【0067】

また、上記液化窒素の変わりに液体アルゴンを使用してもよい。

【0068】

<薄膜構造物加工装置の動作原理>

【0069】

次に、本件実施の形態4のノズル構造を利用した薄膜構造物加工装置の動作原理を説明する。前記液化高圧不活性ガス保持部に保持された不活性ガスは、連結管を經由してノズル部の第一のガス通路に到着する。第一のガス通路に到着した不活性ガスは、他端の常圧雰囲気中に解放される。噴射された不活性ガスの氷粒子は帯電する可能性がある。そのため、第三の通路より液化窒素を注入し、ノズル部の解放端で液化窒素を霧状に噴射する。霧状の液化窒素は、ワークに到着するまでの間、一部は霧状の液化窒素、一部は気化し窒素ガスとして存在するため、霧状の液化窒素が、常圧雰囲気中の静電気を吸収する。また、ワークに到着した霧状の液化窒素は、大部分が気化する。このため、ドライ加工が可能となる。

【0070】

(実施の形態5)

【0071】

本件発明の実施の形態5は、そのノズル部が、実施の形態1において噴射される不活性ガスの氷粒子の周囲に研磨剤を付着させる構造を有することを特徴とする薄膜構造物加工装置に関するものである。

【0072】

本件発明の実施の形態5を図面に従って説明する。

【0073】

<薄膜構造物加工装置>

【0074】

図8に示すように、薄膜構造物加工装置(0801)は、液化高圧不活性ガス保持部(0802)と、ノズル部(0803)と、研磨剤保持部(0806)と、からなる。

【0075】

(液化高圧不活性ガス保持部)

【0076】

「液化高圧不活性ガス保持部」は、実施の形態1のものと同様であるので、その説明は省略する。

【0077】

(ノズル部)

【0078】

「ノズル部」は、根元側は連結管(0804)を介して前記液化高圧不活性ガス保持部と連結され、他端は常圧雰囲気(0805)中に設置される。また、ノズル部は、その胴体部分の途中から研磨剤保持部に連結されている。さらに、前記ノズル部は、加工の対象物である半導体材料などの薄膜構造物の薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有しているものとする。

【0079】

具体的には、図9、図10、図13に示すような断面構造のノズルが考えられる。ノズル部(0901、1001、1301)は図に示すような中空構造であり、根元側は連結管(0902、1002、1302)を介して液化高圧不活性ガス保持部と連結されており、不活性ガスが注入される。他端は常圧雰囲気中に解放され、不活性ガスの氷粒子(0903、1003、1303)を噴射する。また、ノズル部の胴体部分の途中から、研磨剤(0904、1004、1304)が注入される。注入された研磨剤は、ノズル内部の負圧の吸引作用によりノズル内部に圧送されて、ノズル部の解放端の手前で不活性ガスの氷粒子の表面に付着し、ノズル部の解放端より噴射される。噴射された不活性ガスの氷粒子は、研磨剤粒子(0905、1005、1305)が表面に付着されることにより、物理的強度が増加する。

【0080】

<その他のノズル構造>

【0081】

また、図 16 に示すような断面構造のノズルも考えられる。

【0082】

このノズル構造は実施の形態 2 で説明した図 12 のノズル構造に加えて、図 13 で示したような研磨剤注入口を有するものである。

【0083】

ノズル部 (1601) は、図 16 に示すような中空構造であり、根元側は連結管 (1604) を介して液化高圧不活性ガス保持部と連結されており、第一のガス通路 (1602) を通して不活性ガスが注入される。他端は常圧雰囲気中に解放され、不活性ガスの氷粒子 (1605) を噴射する。また、第二のガス通路 (1603) より、結露防止ガスが注入され、ノズル部の解放端より結露防止ガス粒子 (1606) が噴射される。噴射された結露防止ガスにより結露などを防止できる。また、図 16 に示すように、ノズル部の胴体部分の途中から、研磨剤 (1607) が注入される。注入された研磨剤は、ノズル内部の負圧の吸引作用によりノズル内部に圧送されて、ノズル部の解放端の手前で不活性ガスの氷粒子の表面に付着し、ノズル部の解放端より噴射される。噴射された不活性ガスの氷粒子は、研磨剤粒子 (1608) が表面に付着されることにより、物理的強度が増加する。

【0084】

(研磨剤保持部)

【0085】

「研磨剤保持部」は、研磨剤を保持する。不活性ガスの氷粒子に付着される。上述のように、注入された研磨剤は、負圧の作用により、ノズル部の解放端の手前で不活性ガスの氷粒子に付着し、ノズル部の解放端より噴射される。

【0086】

研磨剤には、ダイヤモンド粒、シリカ、カーボンナノチューブ、フラーレン、アルミナなどが該当する。

【0087】

<薄膜構造物加工装置の動作原理>

【0088】

次に前記薄膜構造物加工装置の動作原理を説明する。前記液化高压不活性ガス保持部に保持された不活性ガスは、連結管を経由してノズル部に到着する。ノズル部に到着した不活性ガスは、他端の常圧雰囲気中に解放される。このとき高压化で液化していた不活性ガスは、徐々に常圧に近づきながら圧力が低下していくために、一部気化し、一部固化する。固化した不活性ガスは氷状粒子になるが、ノズル部の解放端の手前で、この不活性ガスの氷状粒子の周囲には、研磨剤保持部より注入された研磨剤の負圧の作用により、研磨剤の粒子が付着する。この研磨剤の付着した氷状粒子を含むジェット噴流を薄膜構造物に対して噴射し、薄膜構造物の表面の凹凸や角を加工する。噴射された不活性ガスの氷粒子は、研磨剤が付着されることにより、物理的強度が増加しているため、衝突時のパワー強化の効果がある。また、研磨剤による表面加工（研磨加工）が行われ、表面粗さの精度がアップする。また、超臨界洗浄による洗浄も可能である。

【0089】

（実施の形態6）

【0090】

本件発明の実施の形態6は、実施の形態5において、研磨剤に粒径が0.01ミクロンから1ミクロンの範囲の研磨剤を使用したものであることを特徴とする実施の形態5に記載の薄膜構造物加工装置に関するものである。

【0091】

それ以外の点においては、実施の形態5と同様なので説明を省略する。

【0092】

（実施の形態7）

【0093】

本件発明の実施の形態7は、実施の形態5において、研磨剤にダイヤモンド粒を使用したものであることを特徴とする実施の形態5に記載の薄膜構造物加工装置に関するものである。

【0094】

それ以外の点においては、実施の形態5と同様なので説明を省略する。

【0095】

上記実施の形態 1 から実施の形態 7 に述べた加工方法に加えて、不活性ガスの氷粒子の大きさを変えることや氷粒子の流速を変化させることにより、加工可能な程度のジェット噴流を形成可能である。

【0096】

また、ノズル部とワークを保持するワークホルダとの距離を調整することにより氷粒子がワークに衝突する時の衝突強度を得る方法も可能である。

【0097】

さらに、ノズル部とワークとの角度を変化させることにより、図 3 に示した角のような構造物に対する加工に有効である。

【0098】

<その他の実施形態>

【0099】

その他の実施形態として、以下のようなものが考えられる。

(1) 図 17 に示すように、基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置 (1701) であって、液化高圧不活性ガスを保持する液化高圧不活性ガス保持部 (1702) と、前記液化高圧不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中 (1705) に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物 (1707) に対して噴射するためのノズル部 (1703) と、前記薄膜構造物を保持するための薄膜構造物保持部 (1706) と、を有し、前記薄膜構造物保持部は、前記薄膜構造物の加工対象面を斜め下方向に向けて保持し、前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を、前記薄膜構造物保持部に保持された薄膜構造物の前記斜め下方向に向けられた加工対象面に対して、非法線方向の入射角度にて噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有する薄膜構造物加工装置である。

【0100】

この発明によれば、前記薄膜構造物の加工対象面を斜め下方向に向けて保持し、前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を、前記薄膜構造物保持部に保持された薄膜構造物の前記斜め下方向に向けられた加工対象面に対して、非法

線方向の入射角度にて噴射することで入射したジェット噴流により加工対象表面にて研削された後のごみが容易に加工対象表面から離脱する。その理由は、第一に加工対象表面から離脱したごみは、重力により下方方向に自然に落ちるので加工対象表面上に残りにくいという理由と、さらに、前記加工対象表面に対してジェット噴流が非法線方向から入射されるので、加工対象表面から離脱したごみが加工対象表面から救われてジェット噴流の加工対象表面での反射に伴って加工対象表面から容易に離脱するという理由の二つの理由である。

【0101】

また、図18に示すように、基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置（1801）であって、液化高压不活性ガスを保持する液化高压不活性ガス保持部（1802）と、前記液化高压不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中（1805）に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物（1807）に対して噴射するためのノズル部（1803）と、前記薄膜構造物を保持するための薄膜構造物保持部（1806）と、を有し、前記薄膜構造物保持部は、前記薄膜構造物の加工対象面を真下に向けて保持し、前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を、前記薄膜構造物保持部に保持された薄膜構造物の前記真下に向けられた加工対象面に対して、非法線方向の入射角度にて噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有する

薄膜構造物加工装置。前述の例と同様に、加工対象表面から離脱したごみは、自然に下方方向に落下し、また、ジェット噴流の加工対象表面での反射に伴って加工対象表面から容易に離脱する。相違点は「真下」に向いている点であるが、これは、いわゆるごみが、自然落下によって加工対象表面から離脱させるか、ジェット噴流の反射に伴って加工対象表面から離脱させるか、いずれの効果を主に狙うかに応じて選択される。

【0102】

さらに、基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置であって、液化高压不活性ガスを保持する液化高压不活性ガス

保持部と、前記液化高压不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物に対して噴射するためのノズル部と、前記薄膜構造物を保持するための薄膜構造物保持部と、を有し、前記薄膜構造物保持部は、前記薄膜構造物の加工対象面を斜め下方向に向けて保持し、前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を、前記薄膜構造物保持部に保持された薄膜構造物の前記斜め下方向に向けられた加工対象面に噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有する薄膜構造物加工装置。

【0103】

さらにまた、基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置であって、液化高压不活性ガスを保持する液化高压不活性ガス保持部と、前記液化高压不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物に対して噴射するためのノズル部と、前記薄膜構造物を保持するための薄膜構造物保持部と、を有し、前記薄膜構造物保持部は、前記薄膜構造物の加工対象面を真下に向けて保持し、前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を、前記薄膜構造物保持部に保持された薄膜構造物の前記真下に向けられた加工対象面に対して噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有する薄膜構造物加工装置であれば、効率的な研削作業が可能となる。

【発明の効果】

本発明の薄膜構造物加工装置によれば、炭酸ガスのジェット噴流を薄膜構造物に噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有する。そのため、ワークに付着した異物を洗浄する用途のみならず、半導体材料などの精密部品の表面の凹凸の研磨や、半導体材料の薄膜上のベースに対して強固に固定された角の除去などの加工にも使用することが可能となる。また、有機EL膜表面のパーティクル表面付着物の除去やGMRヘッドのスライダー表面に付着する自然酸化膜の除去等にも

利用することができる。したがって、加工工程と洗浄工程に使用される装置を共用できるので経済的でもある。

【0104】

エッチング処理後や薄膜デポジット（プラズマCVDやスパッタリング、イオン蒸着等による）処理後にみられるバリや角（約50 Å程度～数十 μ m）、及びフォトレジスト等の有機残留物をドライアイスの粒により物理的な力をそれに与えることによる除去が実施の形態1などの発明により可能となった。

【0105】

従来の研磨、研削や洗浄装置では不可能であった有機及び無機薄膜構造物の除去も実施の形態5などによって可能となった。実施の形態5などの発明においては、この薄膜構造物除去作業に研磨剤を付着させたドライアイス噴射除去が使われる。研磨剤を付着させることによってドライアイスだけの噴射では除去不可能だった有機及び無機薄膜構造物を除去可能となる。

【0106】

また、研磨剤の入ったシリンダーとは別に用意された不活性ガスのシリンダーはノズルより液体の状態でドライアイスと共に噴霧する事により、実施の形態1、実施の形態2にて通常であれば発生する静電気を無くす事ができ、加工される基板（加工対象物）を静電気による破壊から守ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

実施の形態1の概略図

【図2】

実施の形態1のノズル構造の断面図その1

【図3】

角の説明図

【図4】

角の形成過程の説明図その1

【図5】

角の形成過程の説明図その2

【図 6】

角の形成過程の説明図その 3

【図 7】

実施の形態 2 のノズル構造の断面図その 1

【図 8】

実施の形態 5 の概略図

【図 9】

実施の形態 5 のノズル構造の断面図その 1

【図 1 0】

実施の形態 5 のノズル構造の断面図その 2

【図 1 1】

実施の形態 1 のノズル構造の断面図その 2

【図 1 2】

実施の形態 2 のノズル構造の断面図その 2

【図 1 3】

実施の形態 5 のノズル構造の断面図その 3

【図 1 4】

実施の形態 4 のノズル構造の断面図その 1

【図 1 5】

実施の形態 4 のノズル構造の断面図その 2

【図 1 6】

実施の形態 5 のノズル構造の断面図

【図 1 7】

その他実施形態の概略図その 1

【図 1 8】

その他実施形態の概略図その 2

【符号の説明】

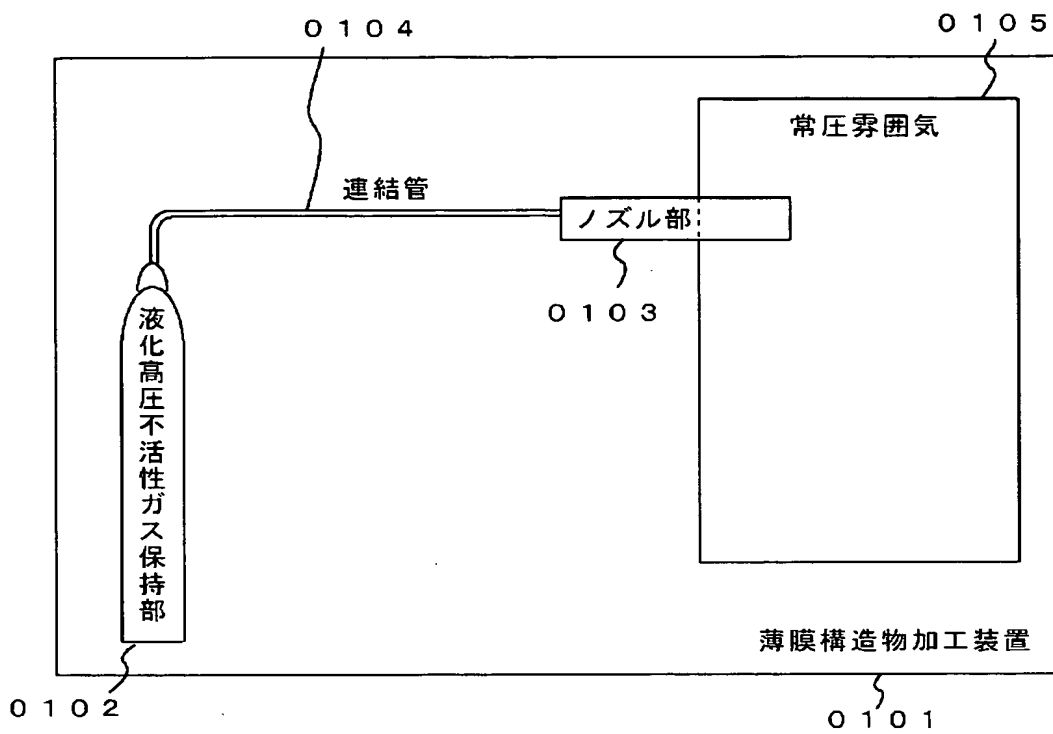
0 1 0 1 薄膜構造物加工装置

0 1 0 2 液化高圧不活性ガス保持部

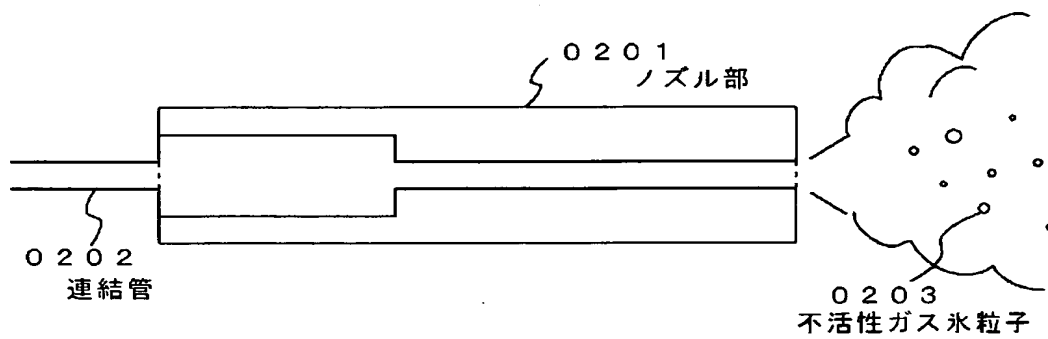
0 1 0 3 ノズル部

【書類名】 図面

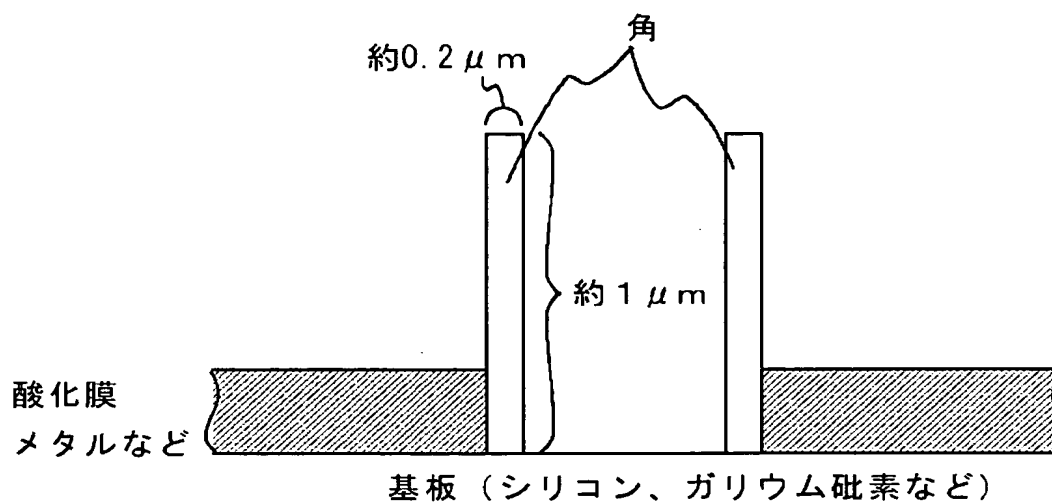
【図 1】



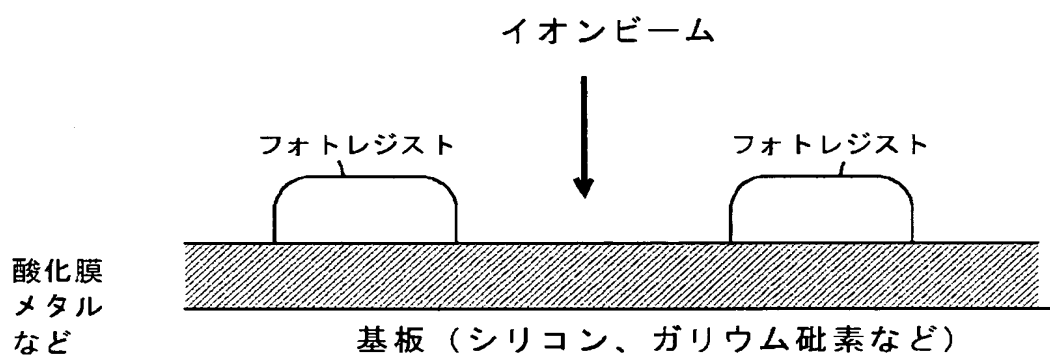
【図 2】



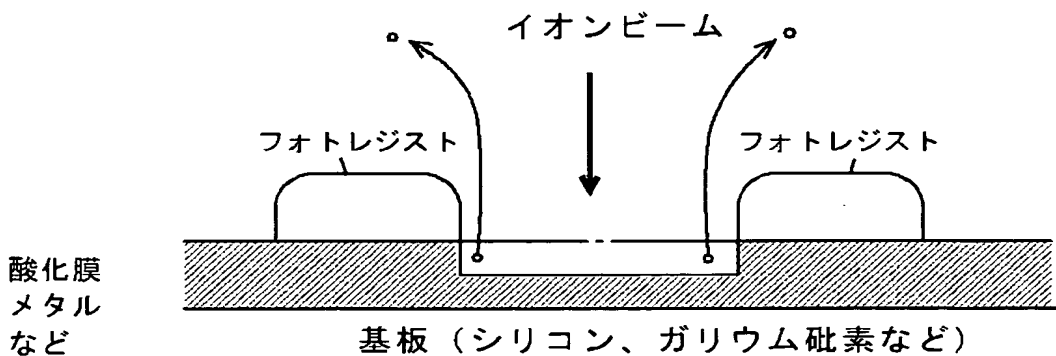
【図 3】



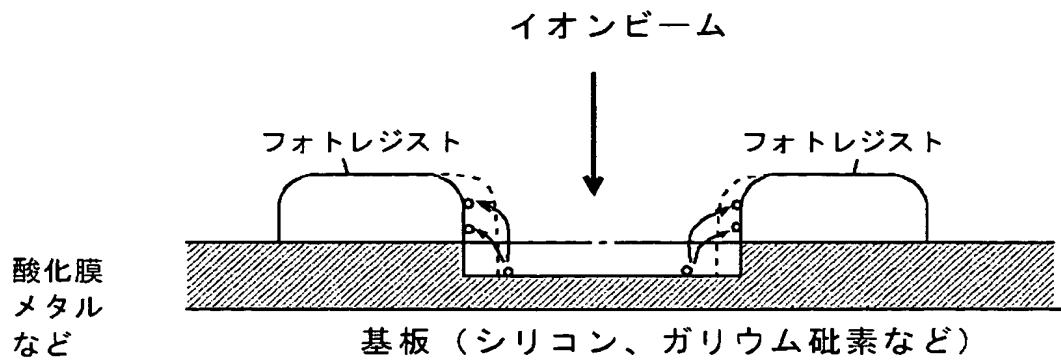
【図 4】



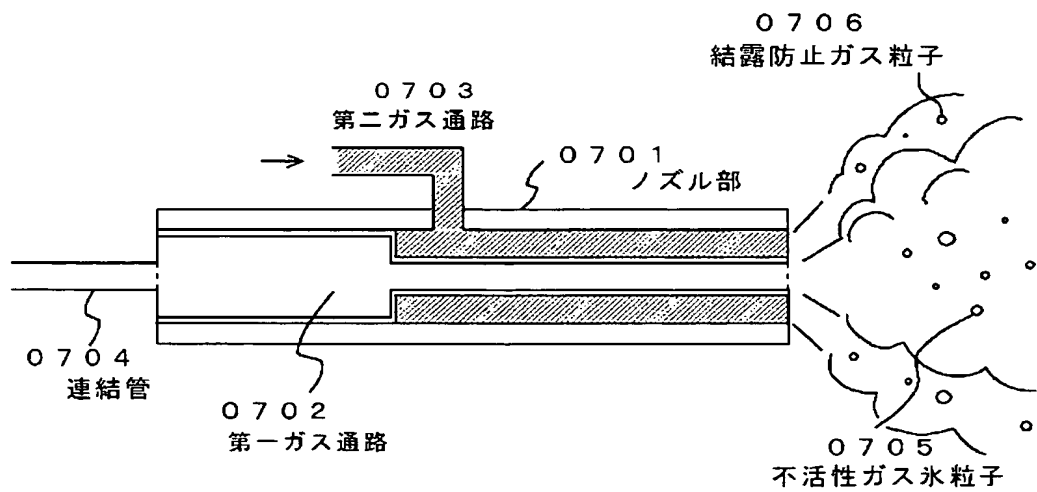
【図 5】



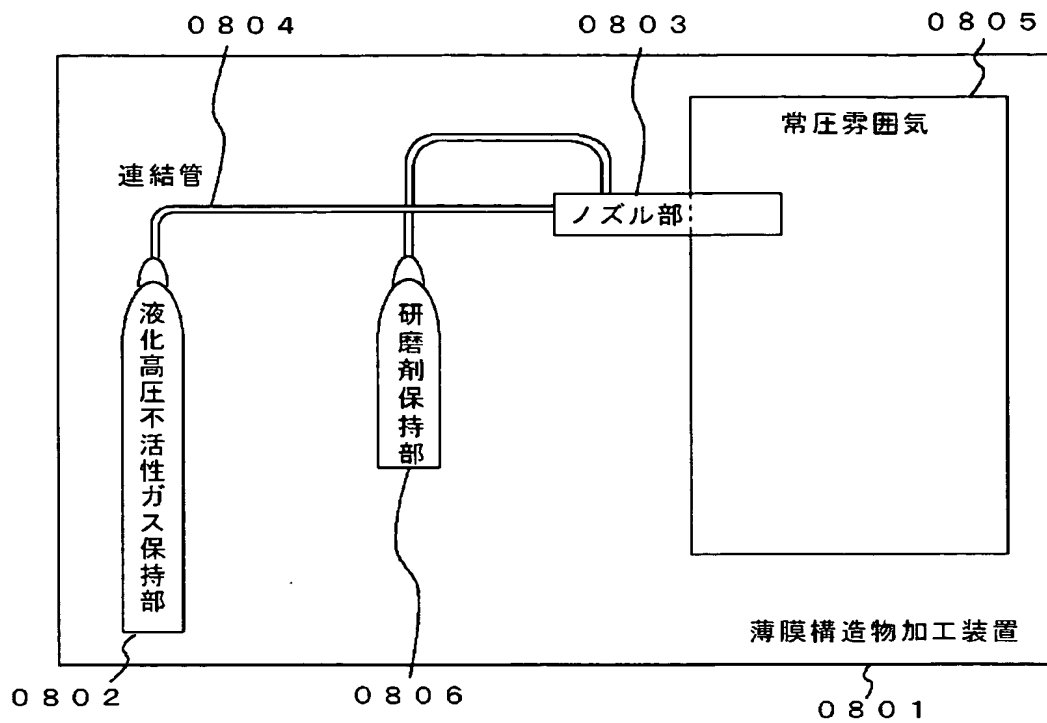
【図 6】



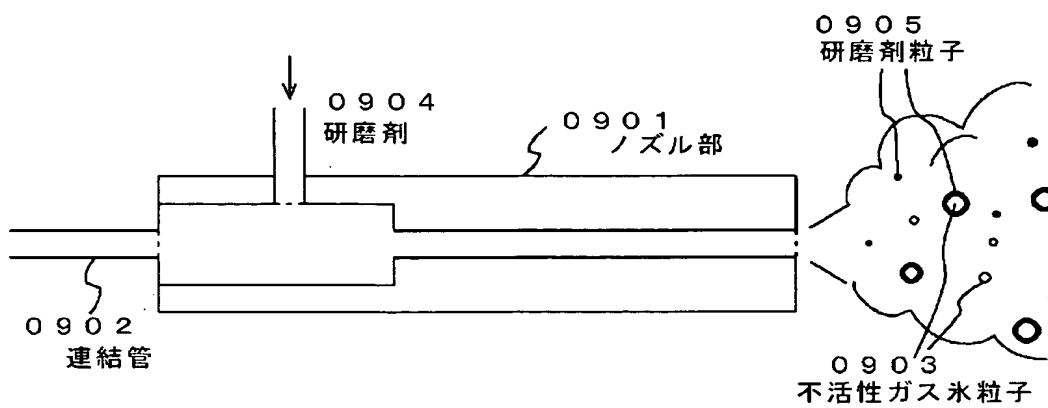
【図 7】



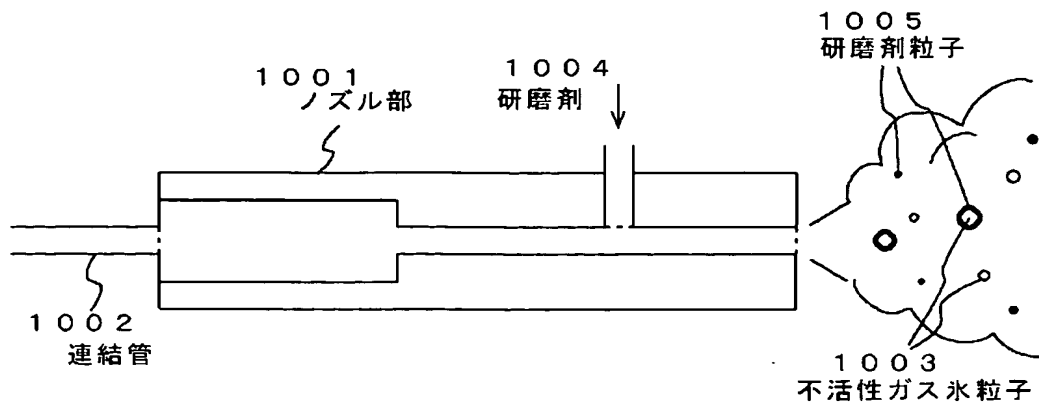
【図 8】



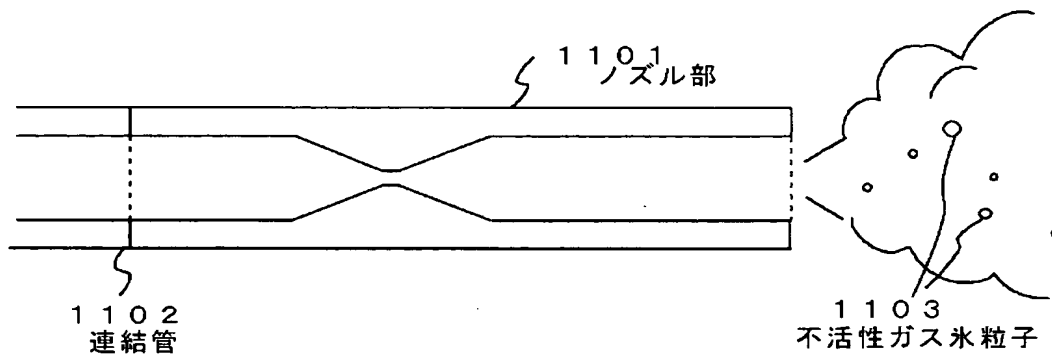
【図 9】



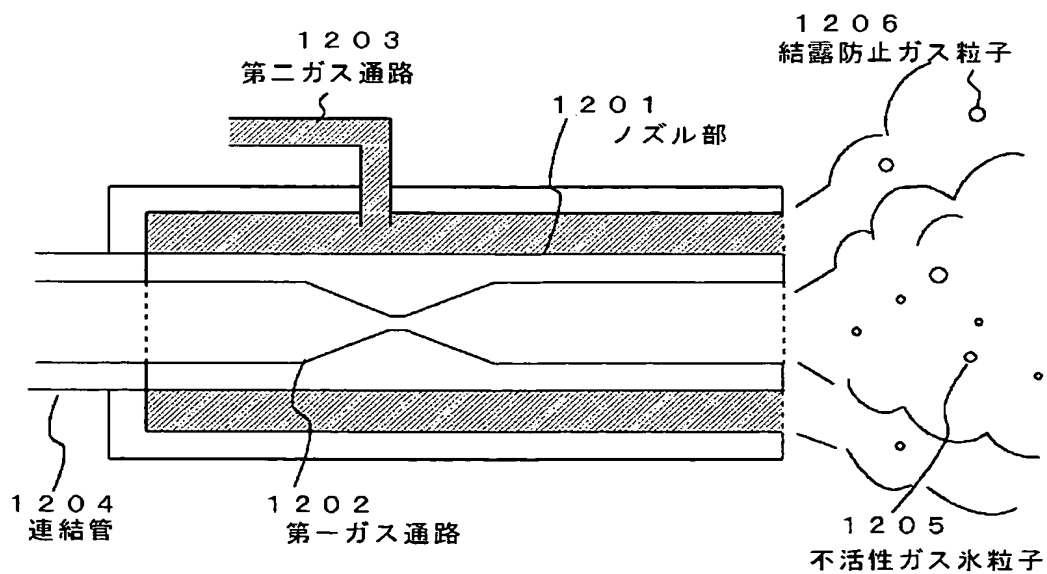
【図10】



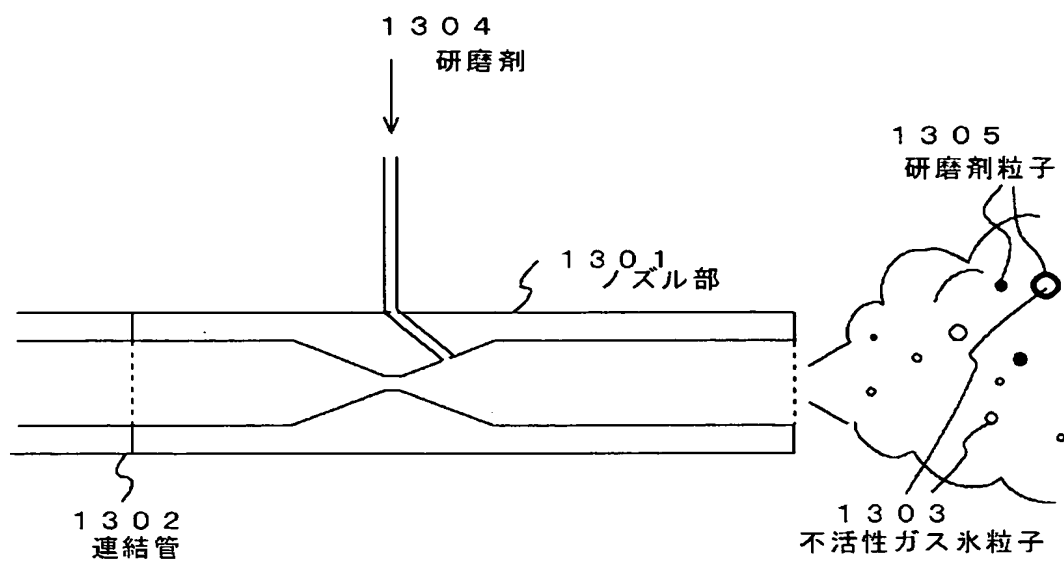
【図11】



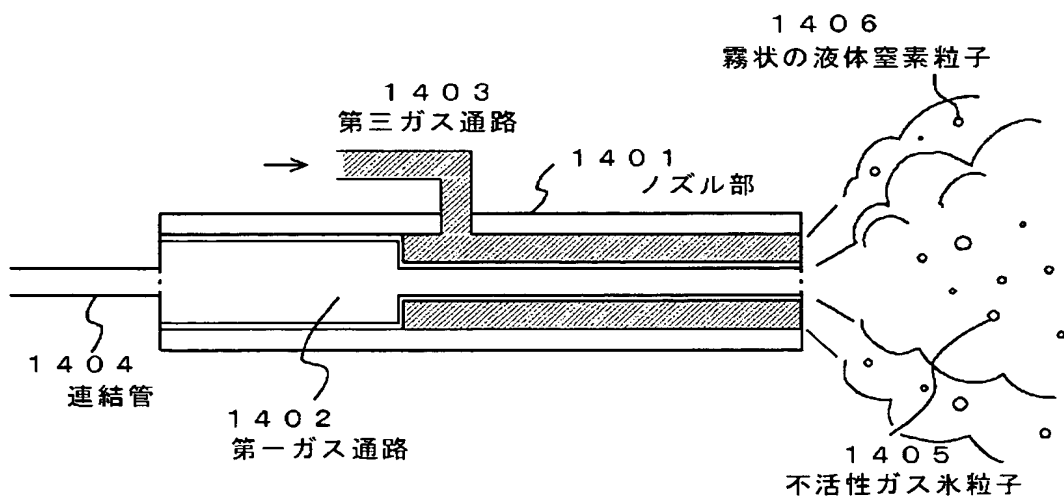
【図12】



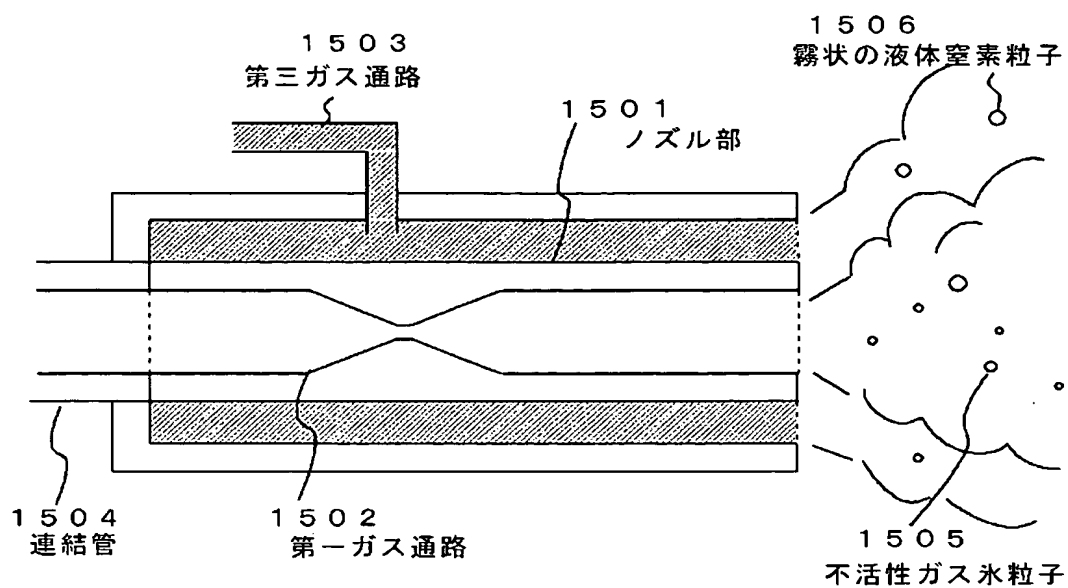
【図 13】



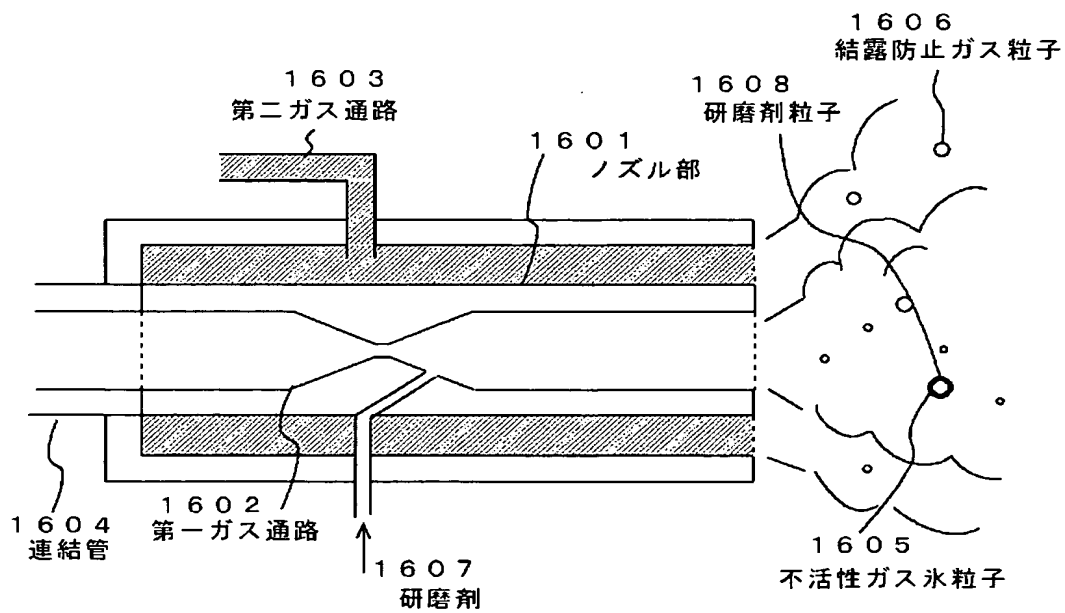
【図 14】



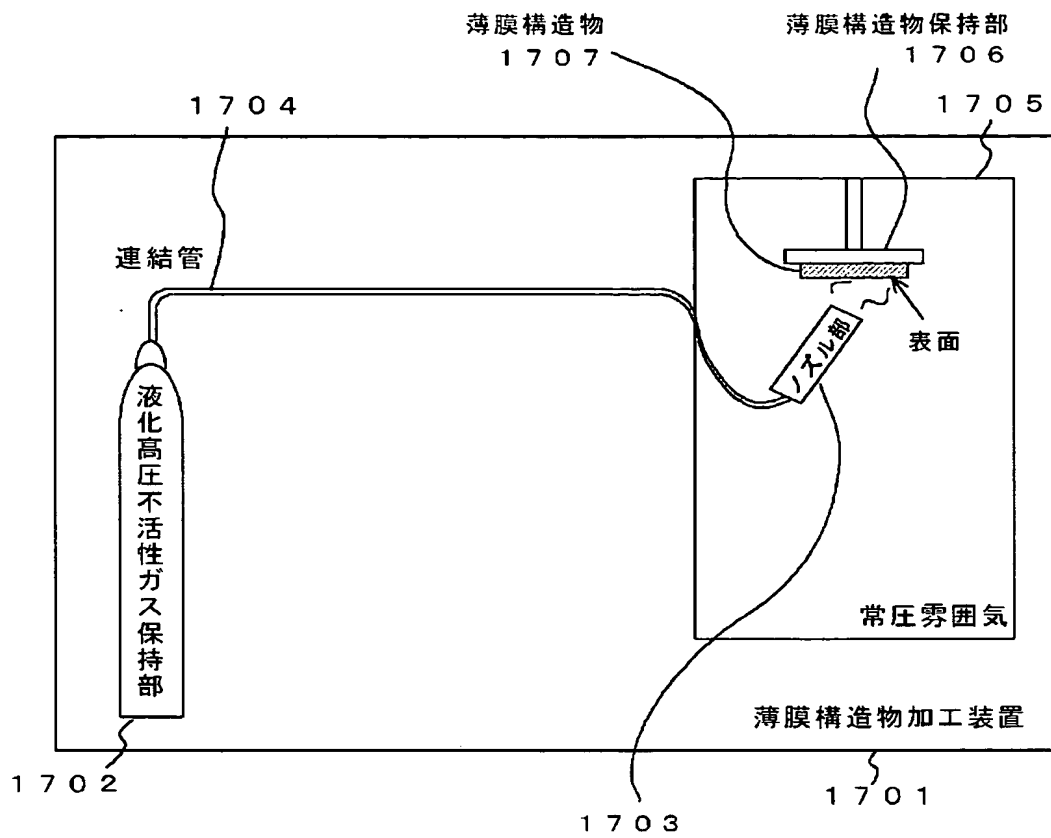
【図 15】



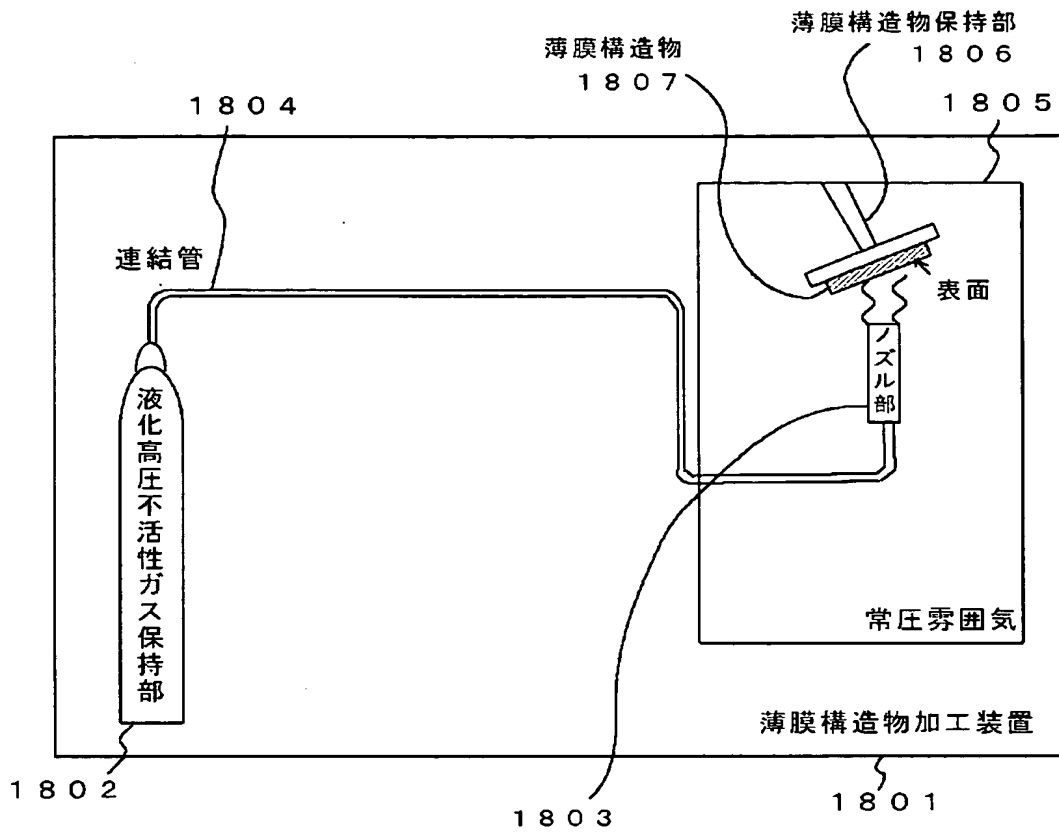
【図 16】



【図 17】



【図18】



【書類名】 要約書**【要約】****【課題】**

従来、薄膜上のベースに対して強固に固定されている角などをきれいに研磨加工するような装置は見当たらなかった。

【解決手段】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものである。

第一の発明の薄膜構造物加工装置は、基板上に形成された薄膜構造を有する薄膜構造物を加工するための薄膜構造物加工装置であって、液化高圧不活性ガスを保持する液化高圧不活性ガス保持部と、前記液化高圧不活性ガス保持部に保持された液化不活性ガスを常圧雰囲気中に解放し、不活性ガスの氷状粒子を含むジェット噴流を前記薄膜構造物に対して噴射するためのノズル部とを有し、前記ノズル部は、前記不活性ガスのジェット噴流を薄膜構造物に噴射することで前記薄膜構造を構成する薄膜を研削可能な強度のジェット噴流を形成することができる程度のノズル構造を有することを特徴とする。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 1 2 8 1 5
受付番号	5 0 3 0 0 0 9 2 1 6 8
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 1 月 2 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 1月21日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 1 2 8 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 2 3 7 7 8 1 1]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 0 月 1 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都荒川区西日暮里 2 - 1 7 - 1 0

氏 名

株式会社フェムテック